CICLO ANUAL, ECOFISIOLOGIA Y ENERGETICA DE *SIGARA (VERMICORIXA) ALTERNATA* (SAY) *(HEMIPTERA, CORIXIDAE)* EN EL ARROYO WHITE CLAY (CHESTER Co., PENNSYLVANIA, U.S.A.) *

JUAN A. SCHNACK **, BERNARD W. SWEENEY ***
Y ROBIN L. VANNOTE ***

SUMMARY: **Annual Cycle, Ecophysiology and Energetics of** Sigara (Vermicorixa) alternata **(Say)** (Hemiptera, Corixidae) **in White Clay Creek.**

Qualitative collections of all developmental stages were made weekly for one year beginning in November. Nymphs from each collection were sorted visually into five instars and adults were sexed. Head widths were measured and specimens weighed on an electrobalance. Adults were selected randomly from field samples for qualitative gut analysis. Pre-weighed females were dissected to estimate egg production. Fecundity was monitored at irregular intervals throughout the year to determine seasonal effects. Egg recruitment of the natural population was assessed quantitatively by placing artificial substrates in each of two slack water areas in White Clay Creek. Nymphal growth was studied by placing first instar nymphs into a plastic tray. Water was pumped continuously through the tray from a 300 liter reservoir kept at ambient White Clay Creek temperatures (± 0,5°C). Thirty nymphs were removed from the tray every two weeks, killed, and dry weighed. Metabolic rates for both nymphs and adults were measured at eight temperatures on a differential respirometer (Gilson, 1963).

INTRODUCCION

Los *Corixidae* conforman la familia de mayor numerosidad y diversidad entre los hemípteros acuáticos (Usinger, 1956). Tanto ninfas como adultos se desempeñan como conversores primarios de materia vegetal en las comunidades acuáticas (Sutton, 1951), existiendo abundante literatura sobre su hábitat y biología (Pearse y Walton, 1939; Walton, 1943; Brown, 1948; Popham, 1949, 1950, 1951; Macan, 1954, 1962; Fernando, 1959; Pajunen y Jansson, 1969; Pajunen, 1970, 1975; Pajunen y Sundback, 1973). La taxonomía de las especies de América del Norte ha sido intensamente tratada por Hungerford (1948), mientras que sus estudios ecológicos han sido puramente descriptivos (Hungerford, 1917, 1920). La distribución, biología y características poblacionales de varias

° Este trabajo fue comunicado en el Segundo Congreso Latinoamericano de Entomología, Buenos Aires, noviembre de 1975 y realizado en el Stroud Water Research Center, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, U.S.A., financiado por una beca de la Fundación Guggenheim a J. A. Schnack y por una beca de la Environmental Protection Agency a B. W. Sweeney.

°° Carrera del Investigador Científico, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Instituto de Limnología, Universidad Nacional de La Plata-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (I.L.P.L.A.).

°°° Stroud Water Research Center, Department of Limnology, Academy of Natural Sciences of Philadelphia, R.D.1., Box 512, Avondale, Pennsylvania 19311, U.S.A.

ISSN 0325-0350	P H Y S I S Sección B	Buenos Aires	v. 37	n. 93	pág. 89-98	noviembre 1977

especies de América del Norte se han discutido en trabajos relativamente recientes (Bobb, 1953; Hutchinson, 1959; Peters y Spurgeon, 1971; Jansson y Scudder, 1972, 1974; Istock, 1973; Dobson, 1975).

En esta contribución se dan a conocer los resultados obtenidos a partir de experiencias de laboratorio y de campo, concernientes a la biología, ecología y energética de *Sigara (Vermicorixa) alternata* (Say). Esta especie habita los sectores marginales y poco profundos del arroyo White Clay, Chester Co., Pennsylvania, U.S.A. (39° 53′ latitud N; 75° 47′ longitud W). Se trata de la especie más común y de mayor área de dispersión de Estados Unidos de América (Hungerford, 1919, 1948).

MATERIAL Y METODOS

Capturas cualitativas de todos los estados de desarrollo fueron realizadas durante un año, a partir de noviembre de 1974, a intervalos semanales. Los adultos, único estado representado en el invierno, fueron colectados con redes de mano de 1 mm de abertura, mientras que para las ninfas, representadas en primavera y verano, se utilizaron redes de 250 μm. En cada ocasión las ninfas fueron separadas en los cinco estadios y los adultos sexuados. Se obtuvieron medidas del ancho máximo de la cabeza ($\pm$ 0,1 mm) en especímenes, que luego fueron sacrificados en agua caliente y secados en estufa a 50°C durante 24 horas, para obtener el peso seco en electrobalanza ($\pm$ 1 μg).

El contenido alimentario fue analizado en adultos tomados al azar, a partir de muestreos de campo.

Hembras previamente pesadas fueron disecadas para estimar la producción de huevos; estas estimaciones de fecundidad tuvieron lugar a intervalos irregulares a través del año, para observar las variaciones estacionales.

Diez sustratos artificiales fueron colocados en cada una de dos áreas poco profundas; éstos consistieron en artefactos de madera (50 × 2 × 2 cm), con dos piedras adheridas a sendos extremos, a efectos de mantenerlos a dos cm sobre el fondo, en posición horizontal, dejando las cuatro caras libres para la deposición de huevos. La remoción de los sustratos se realizó cada siete días. En cada oportunidad los huevos fueron contados y removidos, retornándose los sustratos limpios al ambiente.

El crecimiento de las ninfas fue estudiado mediante la colocación de 150 especímenes de primer estadio, recién eclosionados, en cubetas de plástico (45 × 24 × 12 cm) conteniendo algas filamentosas, mezcla de diatomeas y detritus y sustrato de arena, a través del cual el agua era bombeada continuamente (3 litros/minuto) a partir de un reservorio de 300 litros, sometido a las mismas condiciones de temperatura que el arroyo ($\pm$ 0,5°C). El reemplazo del agua por la del arroyo fue completo a intervalos de tres días. Cada dos semanas, treinta ninfas eran removidas de la cubeta, sacrificadas y pesadas; los adultos recién emergidos fueron colectados y pesados diariamente.

El metabolismo de ninfas y adultos fue determinado a ocho temperaturas diferentes (12,5; 14,5; 16,5; 18,5; 20,5; 22,5; 28,5°C) en un respirómetro diferencial (Gilson, 1963). La metodología, el material y los resultados en detalle se indican en otro trabajo (Sweeney y Schnack, 1977).

RESULTADOS

Sigara alternata está representada en el invierno por el estado adulto únicamente y es aparentemente univoltina (fig. 1). La primera oviposición fue observada en los primeros días de abril y los desoves continuaron hasta agosto. La eclosión, dentro de cada postura, fue sincrónica, con una amplitud no mayor

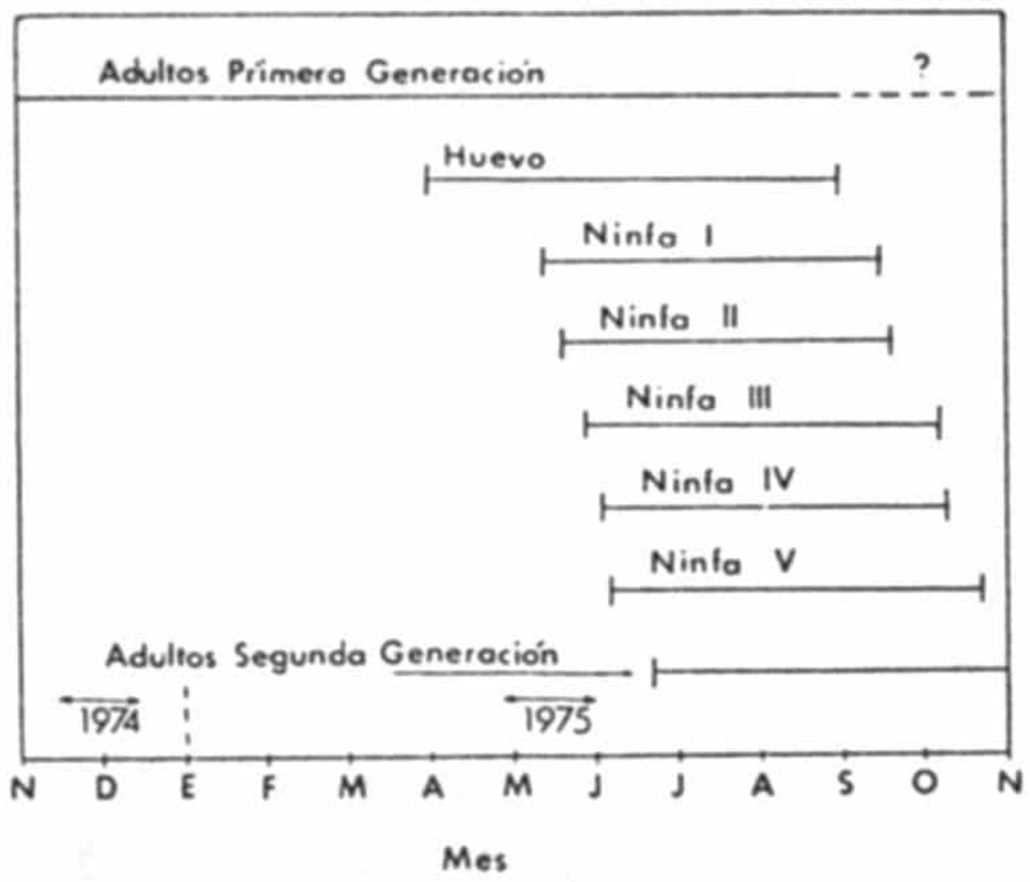

Fig. 1 – Ciclo anual de *Sigara alternata* en el White Clay Creek.

que una semana. Los primeros adultos de la nueva generación fueron detectados hacia fines de junio; éstos no alcanzan a madurar antes de la primavera siguiente.

Así como los cinco estadios ninfales pudieron identificarse visualmente, cada una de estas categorías de edad pudo diferenciarse por el peso seco (tabla 1). El promedio del peso seco mostró una correlación curvilínea con el ancho de la cabeza, al analizar todos los estados de desarrollo en conjunto (fig. 2).

TABLA 1. – *Promedio de peso seco y desviación "standard" para cada estadio preimaginal.*

Estadio	Nº de individuos	$\overline{X}$	$s_{\bar{x}}$
1	228	0,036	0,001
2	157	0,083	0,001
3	155	0,175	0,006
4	83	0,404	0,014
5	42	0,763	0,044

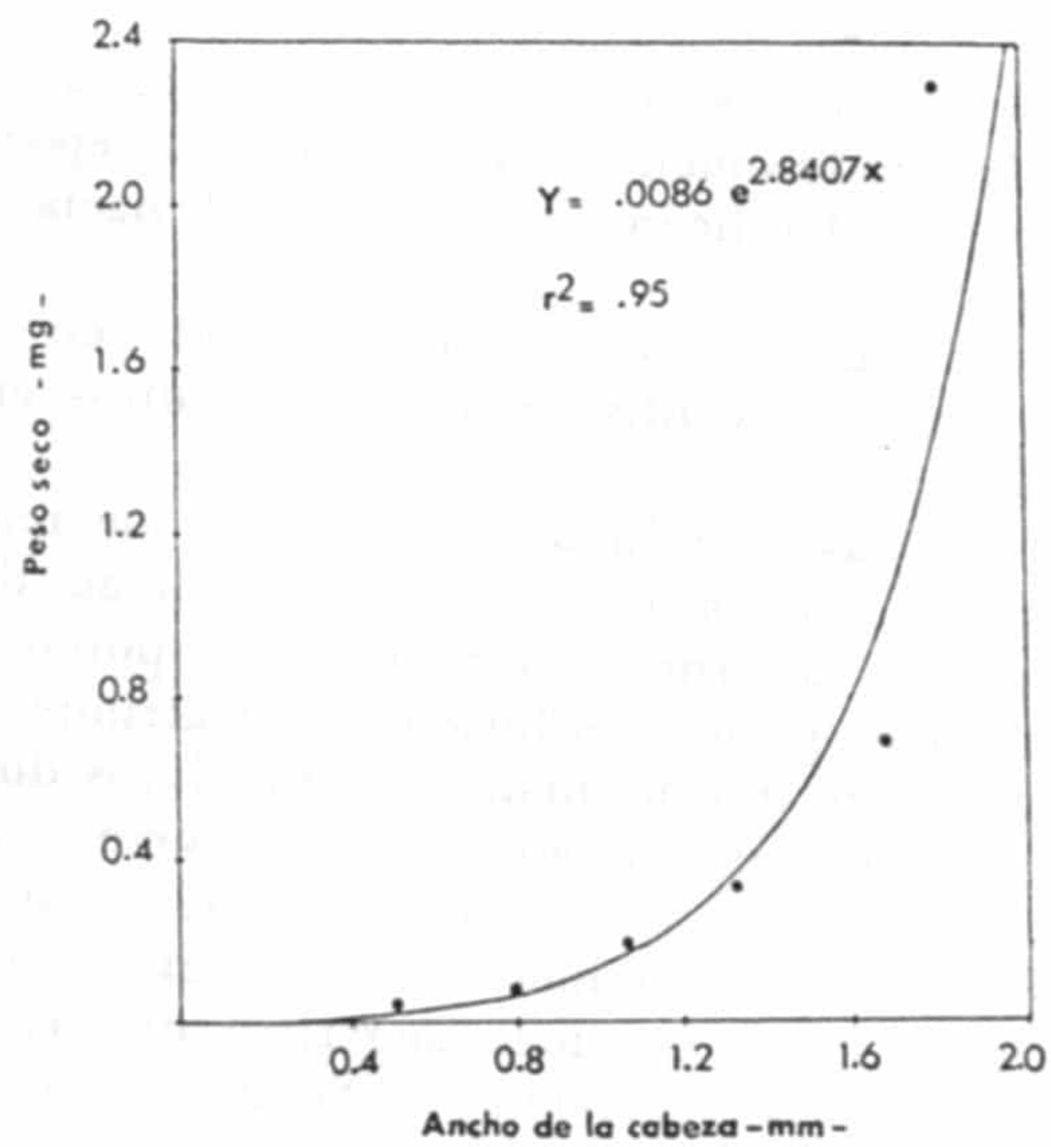

Fig. 2 – Relación curvilínea entre el peso seco y el ancho de la cabeza para *Sigara alternata* en el White Clay Creek.

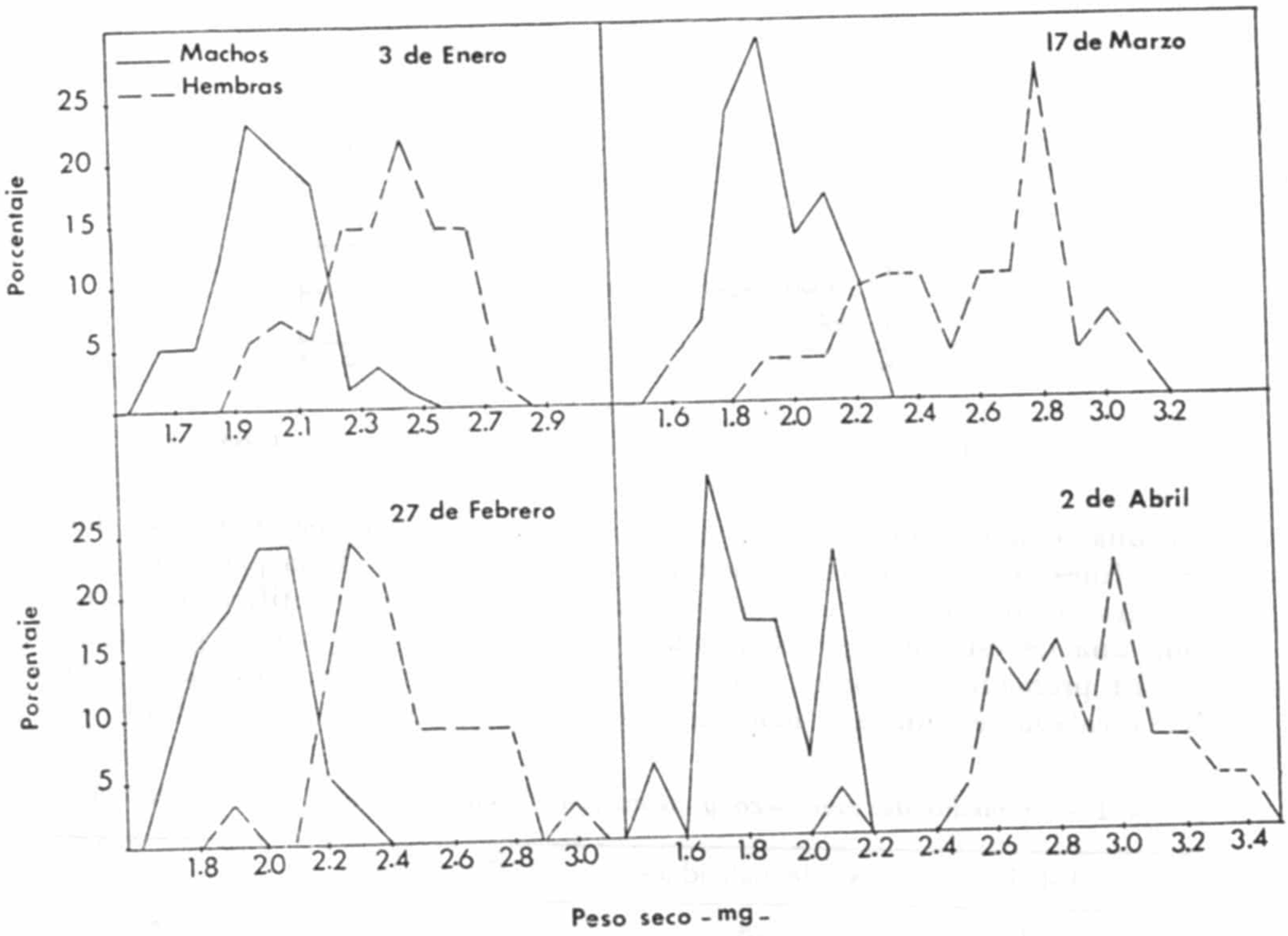

Fig. 3 – Cambios temporales en la distribución del peso seco para adultos de ambos sexos de *Sigara alternata* en el White Clay Creek.

La población natural estuvo compuesta exclusivamente por adultos, desde noviembre hasta abril. Las hembras son algo más grandes que los machos en el momento de emergencia (1,2 vs. 1,0 mg) y la proporción de sexos hallàda fue de 1 : 1.

De acuerdo con los registros de las colectas de campo, los adultos incrementan su tamaño gradualmente, aun durante las épocas más frías del invierno; mientras las hembras triplican su peso inicial hacia la primavera, los machos lo duplican (fig. 3).

Aunque el período de oviposición comienza en abril, algunas hembras, si bien en baja proporción, contienen óvulos maduros en sus ovarios a principios de febrero (tabla 2).

Todas las hembras examinadas desde fines de marzo hasta junio contenían óvulos maduros. Siendo significativa la mortalidad de las hembras durante el período reproductivo, la disminución de la proporción de hembras conteniendo óvulos maduros en el período julio-agosto se atribuye a la afluencia de adultos de la nueva generación, que permanecen inmaduros durante el verano y el otoño. La fecundidad media máxima por hembra ocurre entre fines de abril y mayo.

Tanto la maduración como la oviposición, en primavera, muestran una correlación positiva con la temperatura del agua. La oviposición cesa a temperaturas inferiores a 11°C y puede sugerirse que esta inactividad reproductiva en invierno es facultativa (Sweeney y Schnack, 1977).

Adultos de ambos sexos fueron capturados el 2 de febrero, cuando la temperatura del agua era de aproximadamente 1°C; de éstos, 100 ejemplares se colocaron en cada una de cuatro cubetas (45 × 24 × 12 cm) en el laboratorio, sometidos al fotoperíodo normal y a cada uno de los siguientes regímenes térmicos: 1) temperatura ambiente del arroyo (WCC); 2) temperatura de 3°C

TABLA 2. — *Variaciones estacionales en la fecundidad de* Sigara alternata *en el White Clay Creek.*

Fecha	Nº de hembras	% de hembras grávidas	Promedio del Nº de huevos por hembra
4-2-75	22	4,5	13,0
13-2-75	50	2,0	13,0
15-3-75	35	2,8	7,0
25-3-75	30	96,6	10,8
31-3-75	24	100,0	13,5
3-4-75	32	100,0	13,0
9-4-75	18	100,0	14,5
17-4-75	21	100,0	14,4
23-4-75	20	100,0	20,3
21-5-75	17	100,0	20,5
29-5-75	16	100,0	17,0
7-6-75	21	100,0	17,5
22-6-75	15	100,0	14,6
7-7-75	13	92,3	12,3
21-7-75	10	60,0	7,0
29-7-75	4	25,0	1,0
18-8-75	15	66,6	11,0
25-8-75	21	4,7	2,0

más elevada que la del arroyo, incluyendo los cambios diarios y estacionales (WCC + 3°C); 3) temperatura de 6°C mayor que la del arroyo (WCC + 6°C) y 4) temperatura constante de 15°C (tabla 3).

Las oviposiciones tuvieron lugar 5 y 3 semanas antes que en el tiempo normal, cuando la temperatura ambiental del arroyo fue aumentada en 6 y 3°C respectivamente. Todos los huevos utilizados en la experiencia eclosionaron. Todos estos datos sugieren que las hembras comienzan a oviponer cuando la tempera-

TABLA 3. — *Fecha de la primera oviposición y número de huevos depositados por adultos de* Sigara alternata *colectados el 2 de febrero y colocados en cubetas a cuatro regímenes térmicos diferentes.*

	Regímenes Térmicos			
Fecha	15°C	WCC + 6°C	WCC + 3°C	WCC
2-2-77	...	...	...	...
5-2-77	26	0	0	0
11-2-77	87 °	0	0	0
20-2-77		24	0	0
9-3-77	195 °	38		0
21-3-77		164 °		0
28-3-77				42
6-4-77				135 °

° Experimento terminado

Las temperaturas máxima, mínima y media para cada régimen desde el 2 de febrero hasta la fecha de la primera oviposición fueron: WCC-13,8; 2,1; 7,1; WCC + 3°C-12,9; 5,4; 7,9°C, WCC + 6°C-11,4; 8,9; 10,0°C.

tura del agua supera cierto nivel crítico ($\pm$ 11°C), independientemente del fotoperíodo.

Las primeras cópulas observadas en el White Clay Creek tuvieron lugar el 28 de marzo y generalmente se produjeron en las últimas horas de la tarde, durando alrededor de 4 horas en algunas parejas. Las primeras oviposiciones se detectaron el 1 de abril y fueron discontinuas en los ocho primeros días; esta discontinuidad pareció estar correlacionada con los máximos registros térmicos (Sweeney y Schnack, 1977). Nunca se produjeron oviposiciones en días en que la temperatura máxima no excedía los 11,5°C.

En la población natural, las oviposiciones fueron continuas a partir del 7 de abril. Los huevos fueron siempre depositados sobre sustratos duros y sumergidos, como ser, maderas, ramas, rocas, etc., y los machos y hembras generalmente morían después de la cópula y oviposición. La declinación exponencial de la densidad poblacional en las primeras semanas de oviposición fue estimada mediante modelos de marcado-recaptura (Schnack, 1976). Esta declinación es atribuible a una mortalidad fisiológica asociada con la reproducción (Sweeney y Schnack, 1977).

Los controles de reclutamiento de huevos se realizaron colocando 20 sustratos artificiales en dos áreas marginales del arroyo; éstos fueron inspeccionados semanalmente durante tres meses, a partir del 20 de mayo. Los resultados indican que la oviposición fue continua a través de mayo y junio, deteniéndose abruptamente después de la primera semana de julio (tabla 4).

Tabla 4. — *Reclutamiento de huevos en los sustratos artificiales expuestos en el White Clay Creek.*

	Estación 1				Estación 2			
Fecha	Tope	Fondo	Laterales	Total	Tope	Fondo	Laterales	Total
20-5-75	81	12	98	191	47	16	75	138
27-5-75	29	23	36	88	44	3	36	83
3-6-75	68	54	94	216	70	4	25	99
10-6-75	9	7	10	26	45	36	40	121
17-6-75	6	15	4	25	59	25	52	136
24-6-75	4	6	10	20	61	36	37	134
1-7-75	7	14	29	50	91	32	104	227
8-7-75	10	25	11	46	269	65	126	460
15-7-75	0	0	0	0	5	5	6	16
22-7-75	0	0	0	0	6	0	9	15
29-7-75	0	0	0	0	0	0	0	0
5-8-75	1	0	0	1	2	1	4	7
12-8-75	2	0	1	3	1	0	1	2
19-8-75	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	217	156	293	666	700	223	515	1483

Estos resultados coinciden con las observaciones sobre fecundidad (ver tabla 2) en las que se aprecia un decrecimiento significativo después del 7 de julio, tanto en el número de huevos por hembra, como en el porcentaje de hembras conteniendo huevos. La mayoría de las hembras adultas pesaron menos de 2,0 mg después del 7 de julio, siendo este peso cercano o en el límite inferior para la producción de huevos (fig. 4).

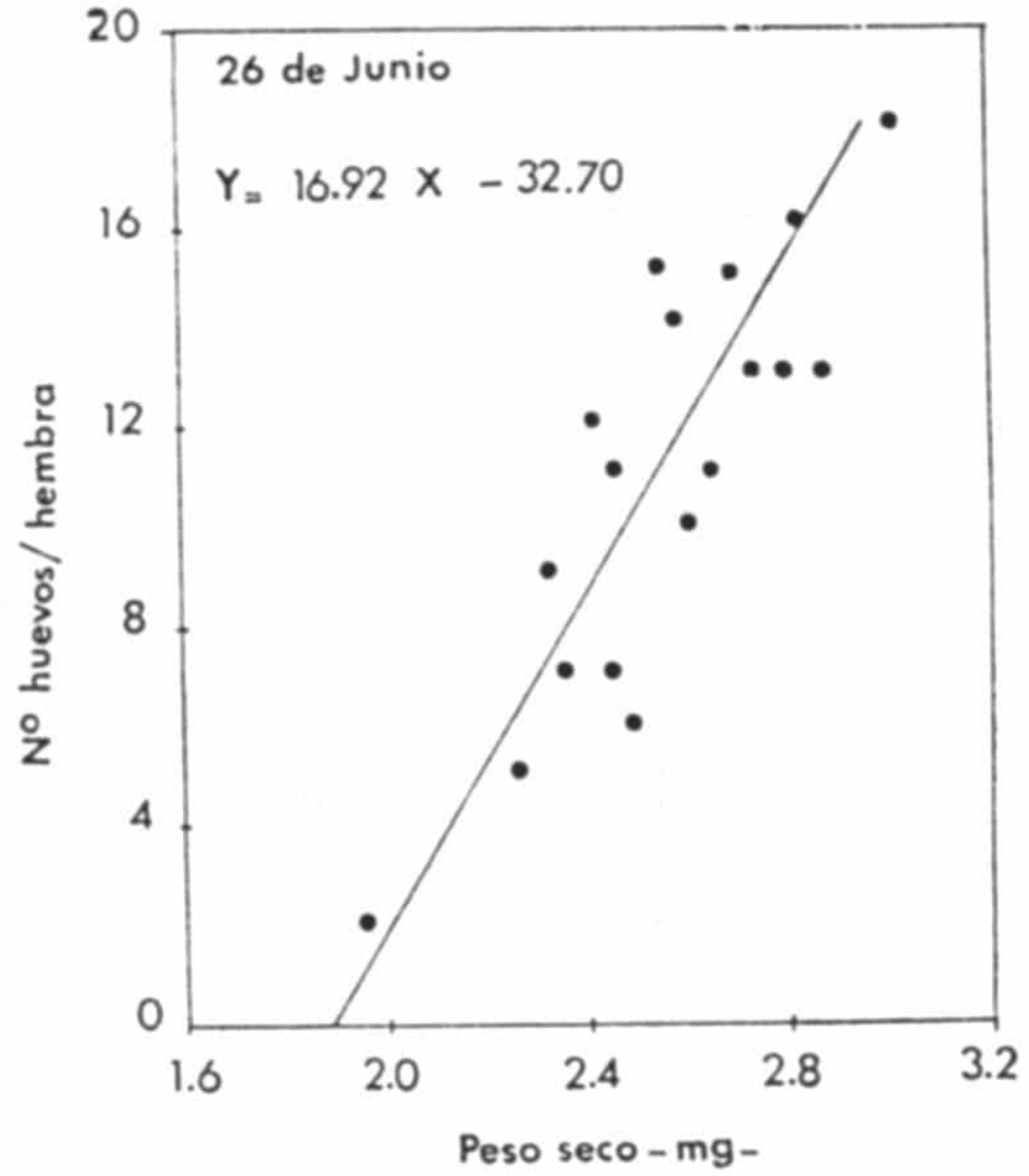

Fig. 4 – Relación entre el peso seco y la fecundidad para *Sigara alternata*.

Las experiencias de laboratorio han demostrado que la eclosión ocurre entre 7 y 35 días después de la fertilización, dependiendo de la temperatura (Sweeney y Schnack, 1977). Las primeras ninfas fueron detectadas en el medio natural a principios de mayo, alrededor de 5 semanas después de las primeras posturas (fig. 1). Colectas adicionales indicaron que las ninfas completan su desarrollo en aproximadamente 6 semanas. Los ejemplares criados en laboratorio, en condiciones "cuasi-naturales" completaron su desarrollo extraembrionario en un período medio de 42 días hasta la emergencia del adulto (fig. 5). Algo más de un 90 % de la biomasa ninfal fue acumulada en los dos últimos estadios. Los adultos recién emergidos pesaron alrededor de 1,1 mg en peso seco y contenían poca o nula reserva grasa.

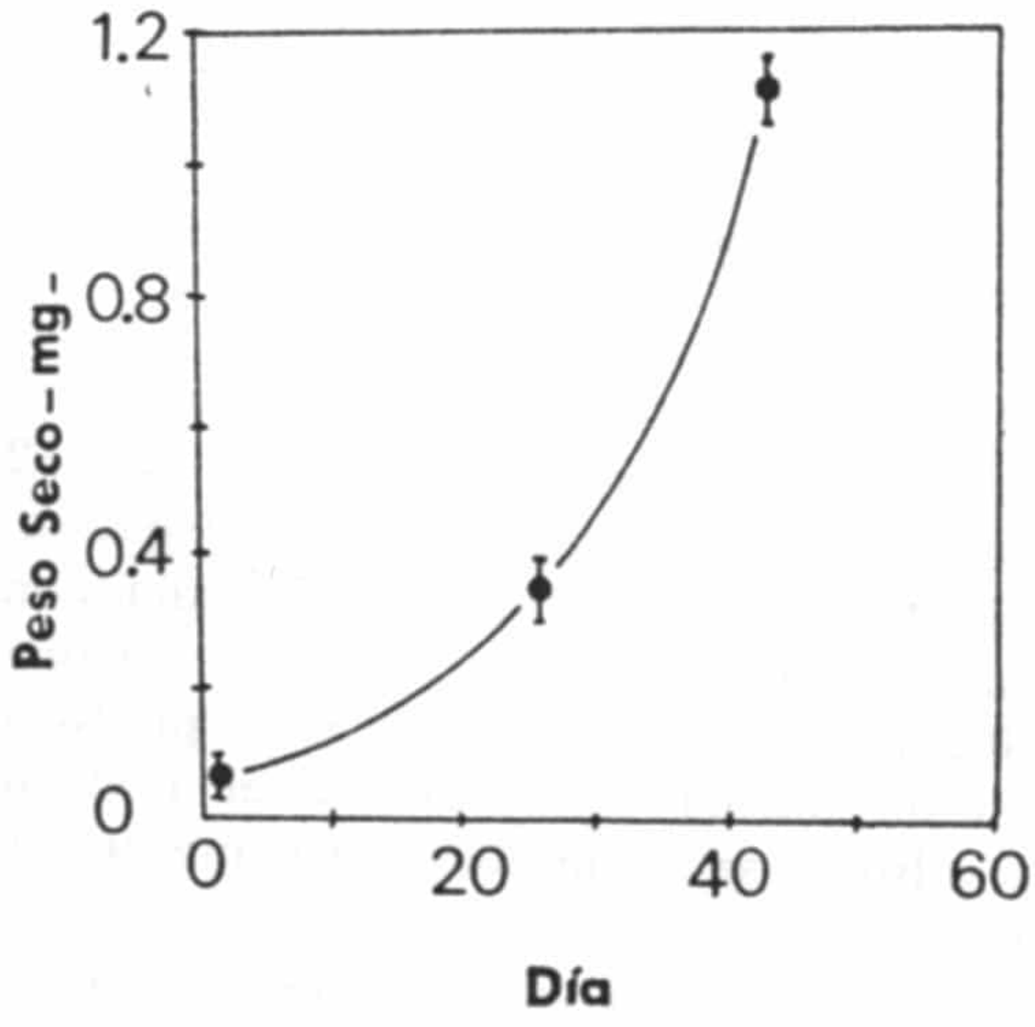

Fig. 5 – Crecimiento expresado en peso seco en ninfas de *Sigara alternata* en el White Clay Creek. Las barras verticales indican un error estándar con respecto al promedio.

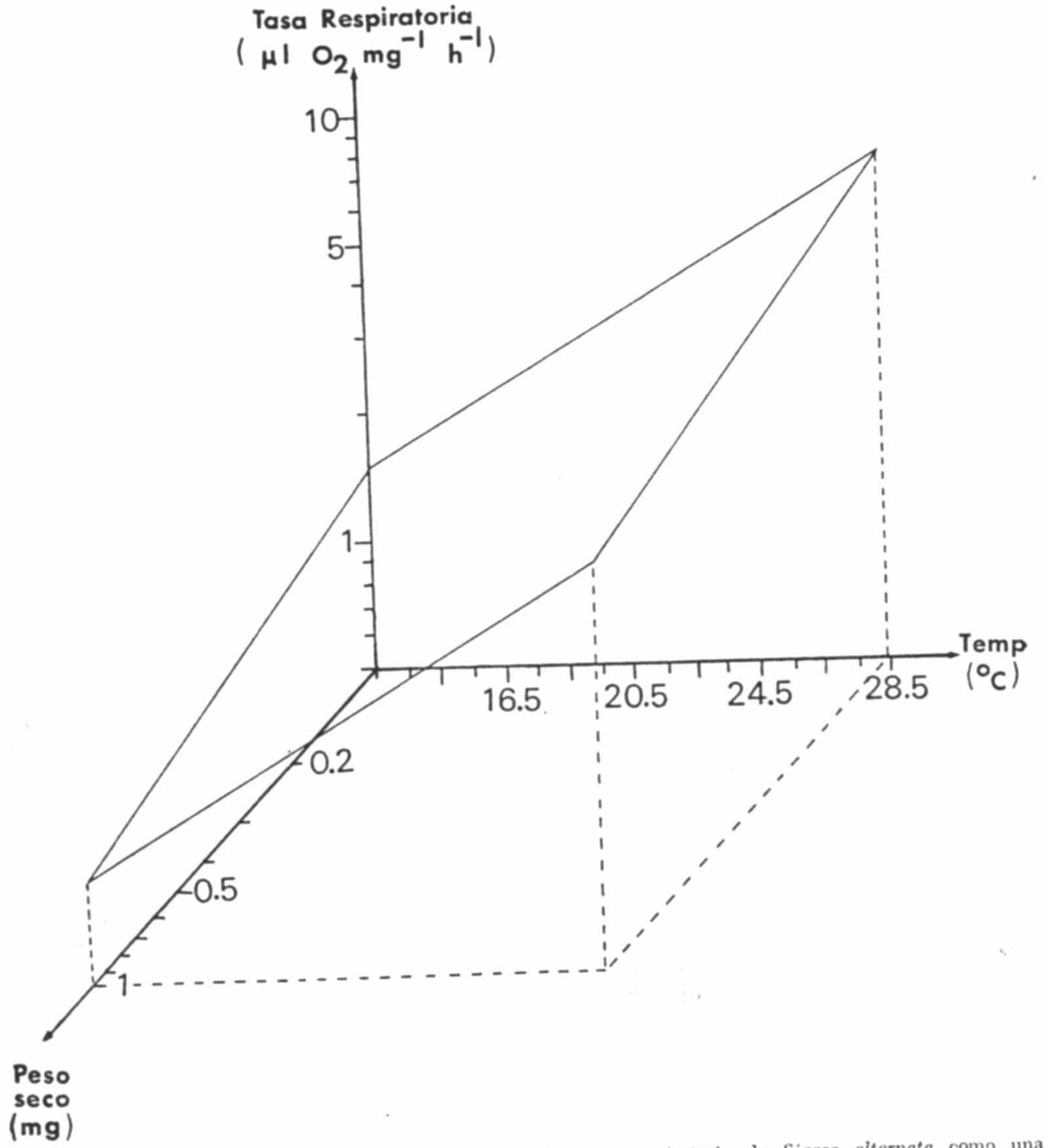

Fig. 6 – Gráfico tridimensional mostrando el $\log_{10}$ de la tasa respiratoria de *Sigara alternata* como una función del $\log_{10}$ del peso y la temperatura.

Los estudios sobre respiración muestran una actividad metabólica elevada en ninfas y adultos a temperaturas mayores que 12,5°C (fig. 6), existiendo una correlación positiva con la temperatura y negativa con el tamaño del cuerpo.

Aunque la tasa respiratoria no fue calculada a temperaturas inferiores a 12,5°C, la ecuación de regresión múltiple predice que la actividad metabólica permanece a 0,2 l O_2 mg^{-1} h^{-1} a 0°C. Esta predicción surge del análisis cualitativo del contenido alimentario durante el invierno (diciembre a marzo), que indica que los adultos se alimentan activamente en dicho período, con incrementos de peso (fig. 3).

La importancia relativa del tamaño del cuerpo y la temperatura, para predecir la tasa metabólica en *S. alternata* fue establecida estadísticamente, comparando el coeficiente de regresión parcial estandarizado de regresión múltiple (Sokal y Rohlf, 1969). Los resultados señalan que la temperatura es 1,7 veces más importante que la biomasa para la predicción de la tasa metabólica (tabla 5).

TABLA 5. — *Análisis de la regresión múltiple del log_{10} de la tasa respiratoria* (Y), *peso del cuerpo* (X_1) *y temperatura* (X_2), *con el coeficiente de regresión parcial* (b) *y parcial estandarizado* (b^1).

	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	Nº	b	S_x	b^1	$b \frac{(X_2)}{\log_{10} X^1}$
$Log_{10} X_1$	— 0,576	0,049	135	— 0,234	0,024	— 0,464	
							1,7
X_2	19,4	0,448	135	0,044	0,003	0,793	
$Log_{10} Y$	0,389	0,025	135				

$Log_{10}\ Y = -0{,}234 \log_{10} X_1 + 0{,}04\ X_2 - 0{,}606.$

DISCUSION

Las características del ciclo anual observadas en *S. alternata* concuerdan ampliamente con las descripciones de Hungerford (1919). Nuestras observaciones señalan, no obstante, un período de oviposición más prolongado; esto último dificulta la estimación de producción debido a la superposición temporal de las cohortes. El asincronismo en las oviposiciones (abril-agosto) y el sincronismo de las eclosiones por postura, puede considerarse como una adaptación para reducir la competencia intraespecífica, especialmente si los requerimientos del micro-hábitat fluctúan durante el desarrollo ninfal.

Aparentemente *S. alternata* no produce una segunda generación de verano, por cuanto la fecundidad y el reclutamiento de huevos declina casi hasta valores nulos a mediados de julio. Además, los adultos nuevos no exceden los 2,0 mg (peso crítico para la producción de huevos) hasta el otoño. Estos datos sugieren que los adultos de la nueva generación no oviponen en el verano u otoño debido a la escasa energía almacenada, como así también al poco desarrollo de los órganos reproductivos de las hembras. La ausencia de producción de huevos en el invierno estaría altamente correlacionada con las bajas temperaturas, pues las hembras en esta época están bien desarrolladas en tamaño.

Tanto en este trabajo, como en otro (Sweeney y Schnack, 1977), se concluye que la temperatura afecta significativamente al desarrollo gonadal, oviposición, crecimiento ninfal y metabolismo de *S. alternata*.

Aunque esta especie no se encuentra en tributarios de primer orden del White Clay Creek, no creemos que se deba a las temperaturas bajas de primavera y verano de estos cursos (12,0-15,0°C). Por otra parte, se ha demostrado que *S. alternata* puede completar su ciclo a estas temperaturas (Sweeney y Schnack, 1977). El principal obstáculo de las poblaciones de *S. alternata* para colonizar tributarios de primer orden puede ser la predominancia de detritus como fuente alimentaria y la presencia típica y frecuente de estos tributarios en áreas boscosas donde la vegetación ribereña reduce la radiación solar. Estudios realizados en el Stroud Water Research Center durante la última década indican que estos sectores son de características heterotróficas y la producción primaria tiene escasa importancia como base energética. La incapacidad de *S. alternata* para colonizar estos sectores puede atribuirse, asimismo, a otros factores, como ser: competencia, micro-hábitat físico y estructura de la corriente.

BIBLIOGRAFIA

BOBB, M. L., 1953. Observations on the life history of *Hesperocorixa interrupta* (Say) *(Hemiptera: Corixidae). Virginia J. Sci. 4* (3): 11-115.

BROWN, E. S., 1948. A contribution towards an ecological survey of the aquatic and semi-aquatic *Hemiptera-Heteroptera* of the British Isles, dealing chiefly with the Scottish Highlands and east and south England. *Trans. Soc. Br. Ent. 9:* 151-195.

DOBSON, V. E., 1975. The distribution and habitat separation of three corixids *(Hemiptera: Heteroptera)* in western Colorado. *Freshwater Biology 5:* 141-150.

FERNANDO, C. H., 1959. The colonization of small freshwater habitats by aquatic insects, 2. *Hemiptera* (The water bugs). *Ceylon J. Sci. 2:* 5-32.

GILSON, W. E., 1963. Differential respirometer of simplified and improved design. *Science* (N. Y.) *141:* 531-532.

HUNGERFORD, H. B., 1917. Life history of a boatman. *J. New York Entomol. Soc. 25:* 112-122.

— 1919. The biology and ecology of aquatic and semi-aquatic *Hemiptera. Kansas Univ. Sci. Bull. 11:* 1-34.

— 1948. The Corixidae of the Western Hemisphere. *(Hemiptera). Kansas Univ. Sci. Bull. 32:* 1-827.

HUTCHINSON, G. E., 1959. Homage to Santa Rosalía or Why are there so many kinds of animals? *Am. Nat. 93:* 145-149.

ISTOCK, C. A., 1973. Population characteristics of a species ensemble of waterboatmen *(Corixidae). Ecology 54:* 535-544.

JANSSON, A. y SCUDDER, G. G., 1972. *Corixidae (Hemiptera)* as predators: Rearing on frozen brine shrimp. *J. Entomol. Soc. British Columbia 69:* 44-45.

— 1974. The life cycle and sexual development of *Cenocorixa* species *(Hemiptera, Corixidae)* in the Pacific Northwest of North America. *Freshwater Biol. 4:* 73-92.

MACAN, T. T., 1954. A contribution to the study of the ecology of the *Corixidae (Hempt.) J. Anim. Ecol. 23:* 115-141.

— 1962. Why do some pieces of water have more *Corixidae* than others? *Arch. Hydrobiol. 58:* 224-232.

PAJUNEN, V., 1970. Adaptations of *Arctocorisa carinata* (Sahlb.) and *Callocorixa producta* (Reut.) populations to a rock pool environment. *Proc. Adv. Study Dynamics Numbers Popul.* (Oosterbuk, 1970): 148-158.

— 1975. Effect of temperature on development in some populations of *Arctocorisa carinata (Hemiptera, Corixidae). Ann. Zool. Fenn. 12:* 211-214.

PAJUNEN, V. I. y JANSSON, A., 1969. Dispersal of the rock pool corixids *Arctocorisa carinata* (Sahlb.) and *Callicorixa producta* (Reut.). *(Heteroptera, Corixidae). Ann. Zool. Fenn. 6:* 391-427.

PAJUNEN, V. y SUNBACK, E., 1973. Effect of temperature on the development of *Arctocorisa carinata* (Sahlb.) and *Callicorixa producta* (Reut.) *(Hemiptera, Corixidae). Ann. Zool. Fenn. 10:* 372-377.

PETERS, W. y SPURGEON, J., 1971. Biology of the water-boatmen *Krizousacorixa femorata (Heteroptera: Corixidae). Am. Midl. Nat. 86:* 197-207.

PIERCE, E. J. y WALTON, G. A., 1939. A contribution towards an ecological survey of the aquatic and semi-aquatic *Hemiptera-Heteroptera* (water-bugs) of the British Isles. *Trans. Soc. Br. Ent. 6:* 149-180.

POPHAM, E. J., 1949. A contribution towards an ecological survey of the aquatic and semi-aquatic *Hemiptera-Heteroptera* (water-bugs) of the British Isles, the Ribble Valley (Lancashire south and mid). *Trans. Soc. Br. Ent. 10:* 1-44.

— 1950. Water bugs *(Hemiptera-Heteroptera)* of north Surrey. *J. Soc. Br. Ent. 3:* 158-173.

— 1951. A study of the changes of the water-bug fauna of north Surrey from 1946 to 1950 with special reference to the migration of corixids. *J. Soc. Br. Ent. 3:* 268-273.

SCHNACK, J. A., 1976. Estimación de parámetros en una población de *Corixidae (Hemiptera)* en base a un modelo estocástico de captura-recaptura. *Limnobios 1* (1): 1-7.

SOKAL, R. R. y ROHLF, F. J., 1969. Biometry. W. H. Freeman, San Francisco. 775 pp.

SUTTON, M., 1951. On the food, feeding mechanism, and alimentary canal of *Corixidae (Hemiptera, Heteroptera). Proc. Zool. Soc. Lond. 121:* 465-499.

SWEENEY, B. W. y SCHNACK, J. A., 1977. Egg development, growth and metabolism of *Sigara alternata* (Say) *(Hemiptera: Corixidae)* in fluctuating thermal environments. *Ecology 58:* 265-277.

USINGER, R. L., 1956. Aquatic Hemiptera. En "Aquatic Insects of California", R. L. Usinger (Ed.). *Univ. California Press.*

WALTON, G. A., 1943. The water-bugs *(Rhynchota-Hemiptera)* of North Somerset. *Trans. Soc. Br. Ent. 8:* 231-290.